

doi: 10.7690/bgzd.2013.02.003

基于信息系统的航天发射任务组织指挥能力评估

杨娟¹, 惠小博², 池建军²

(1. 装备指挥技术学院科研部, 北京 101416; 2. 装备指挥技术学院研究生管理大队, 北京 101416)

摘要: 为了全面提升航天力量进出空间能力, 提出一种运用遗传神经网络方法对航天发射任务组织指挥要素能力进行评估的方法。构建基于信息系统的航天发射任务组织指挥能力的构成框架以及基于遗传神经网络的评估模型, 对遗传神经网络基本结构及模型的输入、输出数据 3 个方面进行分析, 并以实例对信息基础支撑能力对航天发射任务组织指挥要素能力的支撑作用进行评估分析。测试结果表明: 信息基础支撑能力对航天发射任务组织指挥效能中要素能力效能有较强的提升作用, 当信息基础支撑能力增加时, 要素能力效能会陡然增加, 产生涌现效应。

关键词: 航天发射; 组织指挥; 遗传神经网络; 信息基础支撑能力; 要素能力

中图分类号: TJ86 **文献标志码:** A

Evaluation of Spaceflight Launch Task Organization Command Capability Based on Information System

Yang Juan¹, Hui Xiaobo², Chi Jianjun²

(1. Department of Scientific & Research, Institute of Command & Technology of Equipment, Beijing 101416, China; 2. Administrant Brigade of Postgraduate, Institute of Command & Technology of Equipment, Beijing 101416, China)

Abstract: For improving the spaceflight launching and back ability, put forwards a method to evaluate spaceflight task organization command elements based on information system. Building a frame of spaceflight launch task organize command capability by information system, and establish the evaluation model by genetic neural network. Analyze the basic structure of genetic neural network, model input data and model output data, and use example to evaluate and analyze the sustain effect of spaceflight launch task organize and command element capability by information basic sustain capability. The result shows that the information basic sustain capability could upgrade the element capability efficiency strongly in spaceflight launch task organize and command efficiency. As information basic support capability increase, the element capability efficiency increase suddenly, bring the well up effect.

Key words: spaceflight launch; organization command; genetic neural network; information foundation support capability; element capability

0 引言

胡锦涛主席深刻指出:“基于信息系统的体系作战能力成为战斗力的基本形态”,“要把信息化建设的着眼点放在提高基于信息系统的体系作战能力上”^[1];因此,基于信息系统的组织指挥能力是构成航天发射场体系试验能力的核心和关键。随着国家科技、经济和航天技术的迅猛发展,军事航天力量建设进入了快速发展时期,航天发射任务呈现出密度大、技术新、拓展快等显著特点。航天发射场将面临着高密度发射、多型号发射、应急发射、机动发射、联合发射以及空间作战等一系列新的问题。如何加快转变航天发射场任务能力生成模式,尽快形成基于信息系统的发射场体系试验能力,全面提升航天力量进出空间能力,这对航天发射任务组织指挥提出了新的更高的要求。

航天发射任务组织指挥,就是在航天器发射任务准备和实施过程中,指挥员及指挥机关对发射参试部队的工作所进行的掌握情况、决策筹划、计划组织、协调控制、应急情况处置和试验评估等一系列特殊的组织领导活动^[2]。运用科学的方法对航天发射任务组织指挥能力进行评估,是检验发射场信息化建设成果,优化航天发射任务组织指挥活动流程,提高航天发射任务组织指挥效能的基本环节和重要手段,也是评估理论和评估手段适应信息化发展的必然需求^[3]。笔者采用遗传神经网络方法来评估分析信息基础支撑能力对航天发射任务组织指挥要素能力的支撑作用。

1 航天发射任务组织指挥能力的总体构成

航天发射任务组织指挥能力是指指挥员和指挥机关在组织实施航天发射任务中所具有的实际能力。

收稿日期: 2012-08-03; 修回日期: 2012-09-09

基金项目: 部委级资助项目(2009SY5502002)

作者简介: 杨娟(1966—),女,湖南人,副教授,从事装备管理与发展研究。

近年来, 为支持和保障信息化武器装备体系的快速发展, 加快新型军事航天力量建设以及在未来信息化战争中占据主动或优势地位, 各发射场纷纷开展信息化建设, 不断提升发射场的信息化水平和体系试验能力, 初步形成了以信息系统为基础的航天发射任务组织指挥能力。基于信息系统的航天发射任务组织指挥能力由多层次的具 体组织指挥能力构成, 它们按照适当的比例和方式进行组合, 形成整体大于各部分之和的涌现能力。

基于信息系统的航天发射任务组织指挥能力主要由信息基础支撑能力、要素能力和组织指挥能力 3 个层次的能力构成^[4-5]。其中: 信息基础支撑能力是依托网络化信息系统, 将各种参试单元、参试要素实现聚合形成整体高效组织指挥的能力, 主要包括信息获取能力、信息处理能力、信息存储能力、信息传输能力、信息分发管理能力、信息利用能力、信息安全保密能力和导航定位能力; 要素能力是指在信息基础支撑能力的支持下, 不同层次的指挥员和指挥机关在组织指挥过程中在不同侧面上必须具备的一般能力, 是构成基于信息系统的航天发射任务组织指挥能力不可或缺的基本成分, 它是发射任务组织指挥所需的共性能力; 组织指挥能力是指根据航天发射任务组织指挥模式综合集成各种要素能力高效顺畅地遂行发射任务的能力。组织指挥能力的效能就是航天发射任务组织指挥的效能。信息基础支撑能力、要素能力和组织指挥能力三者相互作用, 相互关联, 形成一个多层次的、动态开放的能力体系。基于信息系统的航天发射任务组织指挥能力的构成框架如图 1 所示。

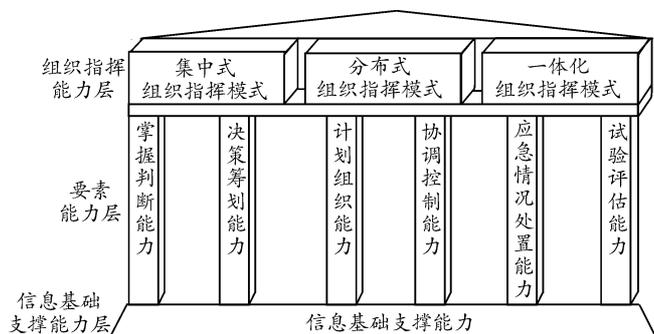


图 1 航天发射任务组织指挥能力构成框架

2 基于遗传神经网络的评估模型

2.1 遗传神经网络的建模步骤

遗传神经网络的建模步骤, 如图 2 所示^[6-7]。

- 1) 确定 BP 神经网络的结构参数和网络参数;
- 2) 对样本进行处理, 确定训练样本和测试样本;
- 3) 随机产生一组分布, 采用编码方案对改组中的每个权值和阈值编码, 进而构造出一个个码链, 在 BP 网络结构和学习规则已定的前提下, 该码链就对应一个权值、阈值取特定值的一个神经网络;
- 4) 对产生的 BP 神经网络计算它的误差函数, 从而确定其适应度函数, 误差越大, 则适应度越小;
- 5) 选择若干适应度函数值最大的个体, 直接遗传传给下一代;
- 6) 利用选择、交叉和变异等遗传操作算子对当前一代群体进行处理, 产生下一代群体;
- 7) 判断遗传操作是否完成进化代数, 若完成, 则转步骤 8), 否则转步骤 4), 继续进行遗传操作;
- 8) 以遗传算法得出的优化初始值作为初始权值和阈值, 用 BP 算法训练网络, 直达到预定精度;
- 9) 输入测试样本检验, 不满足要求则继续训练网络, 满足要求则达到最优, 完成模型构建。

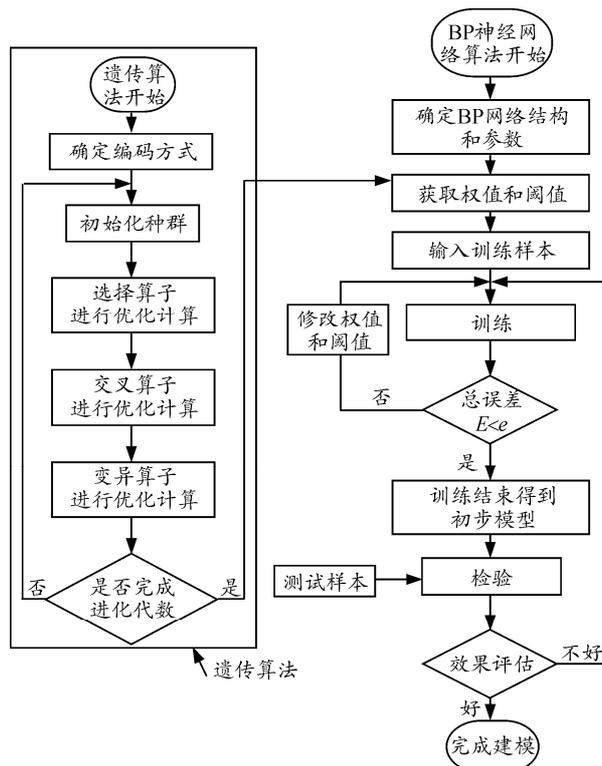


图 2 遗传神经网络模型计算步骤

2.2 基于遗传神经网络的评估模型构建

2.2.1 遗传神经网络的基本结构

笔者建立的遗传神经网络评估模型^[8]有 3 层, 如图 3 所示。

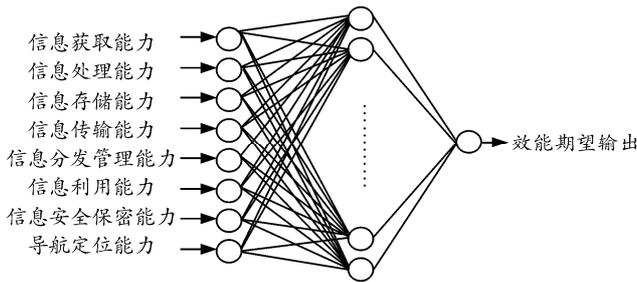


图 3 遗传神经网络拓扑结构

输入层节点数为 8 个，即信息基础支撑能力 8 个指标值，输出层节点数为 1 个，即效能期望输出值，隐含层节点设为 12 个，网络模型的拓扑结构为 8-12-1。其他相关参数：输入层到隐含层的传递函数为双曲正切 S 型函数，隐含层到输出层为对数 S

表 1 遗传神经网络评估样本数据

样本组数	信息获取能力	信息处理能力	信息存储能力	信息传输能力	信息分发管理能力	信息利用能力	信息安全保密能力	导航定位能力	要素能力	效能期望值	支撑效能期望值
1	0.201 3	0.395 6	0.406 5	0.326 6	0.482 3	0.315 5	0.425 8	0.246 8	0.536 7	0.615 7	0.079 0
2	0.745 8	0.726 5	0.792 1	0.716 2	0.845 1	0.748 5	0.736 8	0.568 7	0.536 7	0.950 3	0.413 6
3	0.230 8	0.258 4	0.215 6	0.391 1	0.207 4	0.236 5	0.347 8	0.165 2	0.536 7	0.585 6	0.048 9
4	0.652 8	0.769 4	0.732 6	0.698 1	0.735 5	0.742 3	0.761 2	0.684 1	0.536 7	0.942 7	0.406 0
5	0.546 7	0.625 9	0.613 4	0.658 3	0.573 8	0.538 6	0.694 9	0.458 2	0.536 7	0.846 2	0.309 5
6	0.402 8	0.496 1	0.387 4	0.462 5	0.498 1	0.401 6	0.478 2	0.265 8	0.536 7	0.678 5	0.141 8
7	0.285 1	0.194 2	0.192 6	0.394 7	0.148 4	0.176 8	0.103 2	0.123 5	0.536 7	0.559 4	0.022 7
8	0.482 1	0.436 6	0.502 8	0.366 9	0.500 4	0.495 1	0.538 4	0.274 9	0.536 7	0.748 7	0.212 0
9	0.098 7	0.145 3	0.217 4	0.118 9	0.174 2	0.099 1	0.207 3	0.068 9	0.536 7	0.548 2	0.011 5
10	0.542 9	0.538 4	0.574 6	0.589 2	0.602 3	0.480 5	0.571 7	0.182 2	0.536 7	0.784 9	0.248 2
11	0.841 3	0.864 7	0.852 9	0.801 4	0.836 2	0.826 5	0.887 1	0.590 6	0.536 7	0.968 7	0.432 0
12	0.674 2	0.492 6	0.573 4	0.685 5	0.615 9	0.603 6	0.568 7	0.436 3	0.536 7	0.856 4	0.319 7
13	0.420 3	0.356 8	0.327 1	0.296 9	0.342 5	0.367 7	0.398 6	0.156 2	0.536 7	0.605 2	0.068 5
14	0.425 5	0.410 3	0.567 9	0.608 6	0.381 6	0.482 8	0.427 4	0.236 5	0.536 7	0.760 8	0.224 1
15	0.725 6	0.681 3	0.736 6	0.648 2	0.583 3	0.707 1	0.699 4	0.508 4	0.536 7	0.920 4	0.383 7

2.2.3 遗传神经网络模型的输出数据的处理

基于 Matlab R2009a 仿真平台，构建遗传神经网络模型。将表 1 中的评估样本数据输入到构建的遗传神经网络模型，并利用 Gaot 遗传算法工具箱对建立的 BP 神经网络进行优化，对遗传神经网络算法性能进行追踪，记录遗传神经网络算法误差随着进化代数增加的收敛曲线，如图 4 所示。

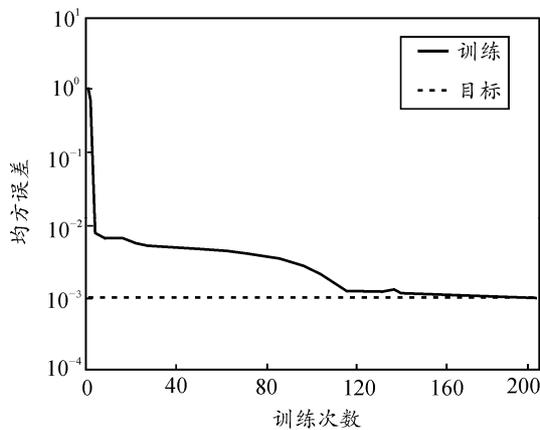


图 4 遗传神经网络训练误差曲线

型传递函数；训练函数为动量及自适应的梯度递减训练函数 traingdx，训练误差目标 0.001，最大训练代数为 500。在利用遗传算法对 BP 神经网络进行优化时，设初始种群规模为 100，最大遗传代数设定为 200。

2.2.2 遗传神经网络模型输入数据的处理

利用模糊综合评判法，对航天发射任务组织指挥要素能力进行评估，评估结果值为 0.536 7^[5]。以要素能力评估值 0.536 7 为例，根据专家经验得到 15 组样本数据，选取前 12 组样本数据作为训练样本，后 3 组样本数据作为测试样本。15 组样本数据如表 1 所列。

从图 4 中可以看出，随着训练次数的增加，遗传神经网络的误差逐渐减小，当训练到 315 次的时候，遗传神经网络的误差达到预定的目标值，训练结束。输出结果如表 2 所示。

表 2 评估训练样本仿真数据

样本组数	期望值	仿真值	误差
1	0.615 7	0.580 3	0.035 4
2	0.950 3	0.918 7	0.031 6
3	0.585 6	0.567 9	0.017 7
4	0.942 7	0.935 1	0.010 4
5	0.846 2	0.854 3	0.008 1
6	0.678 5	0.711 4	0.032 9
7	0.559 4	0.548 9	0.010 5
8	0.748 7	0.772 5	0.023 8
9	0.548 2	0.572 1	0.023 9
10	0.784 9	0.836 6	0.051 7
11	0.968 7	0.997 5	0.028 8
12	0.856 4	0.823 8	0.032 6

由表 2 可以看出，训练样本仿真数据与期望值的最大绝对误差为 0.051 7，最小绝对误差仅为 0.008 1。笔者以输出误差小于 0.05 作为评价标准，则训练集的评价准确率达到了 92% 以上。应用表 1 中的第 13、14、15 组数据作为测试样本对所建立的模型进行验证，输出结果如表 3 所示。

表 3 评估测试样本仿真结果

样本组数	期望值	仿真值	误差
13	0.605 2	0.589 7	0.015 5
14	0.760 8	0.771 2	0.010 4
15	0.920 4	0.903 4	0.017 0

由表 3 中可以看出, 它们的绝对值误差都小于 0.05, 测试合格, 证明了基于遗传神经网络的航天发射任务组织指挥能力评估模型是成功的, 可用来评估分析信息基础支撑能力对航天发射任务组织指挥要素能力的支撑作用。

3 评估结果分析

基于遗传神经网络模型的支撑效能评估结果如表 4 所示。

表 4 支撑效能评估结果

评估要素	评估值
信息获取能力	0.324 8
信息处理能力	0.406 6
信息存储能力	0.352 1
信息传输能力	0.427 5
信息分发管理能力	0.382 7
信息利用能力	0.367 1
信息安全保密能力	0.420 4
导航定位能力	0.208 9
要素能力评估值	0.645 9

由表 4 可知, 在考量信息基础支撑能力支撑作用下的要素能力评估值为 0.645 9, 而在没有信息基础支撑能力支撑作用下的要素能力评估值为 0.536 7; 因此, 信息基础支撑能力的支撑效能为 0.109 2。

将表 1 中的信息基础支撑能力数值进行加权平均, 可以得出专家给出的信息基础支撑能力与要素能力效能的变化曲线, 如图 5 所示。

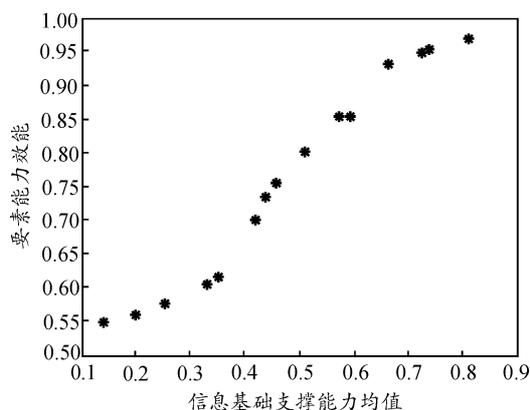


图 5 信息基础支撑能力与要素能力效能变化曲线

如图 5 所示, 信息基础支撑能力与要素能力的

效能变化呈现“S”型曲线趋势, 即: 当信息基础支撑能力较弱时, 信息基础支撑能力对要素能力的支撑作用较弱, 信息基础支撑能力增加, 要素能力效能增加比较平缓; 当信息基础支撑能力迅速增加时, 信息基础支撑能力对要素能力的支撑作用显著增强, 信息基础支撑能力增加, 要素能力效能增长的幅度很快; 当信息基础支撑能力较强时, 信息基础支撑能力对要素能力的支撑作用较强, 信息基础支撑能力增加, 要素能力效能的增加已经变得较为平缓; 因此, 信息基础支撑能力对航天发射任务组织指挥效能中要素能力效能有较强的提升作用, 当信息基础支撑能力增加时, 要素能力效能会陡然增加, 产生涌现效应。

4 结束语

分析结果表明: 采用遗传神经网络方法来评估基于信息系统的航天发射任务组织指挥能力, 不仅提升了发射任务组织指挥系统的信息化水平, 加快了组织指挥过程中态势信息、决策信息等的流动速度; 还提升了试验信息和指挥信息的共享水平, 强化了指挥员和指挥机关与所属部队之间的交互水平, 使指挥员和指挥机关能快速掌握所属部队试验状态、迅速做出决策, 缩短指挥员和指挥机关的指挥时间, 从而提升航天发射任务组织指挥效能。

参考文献:

- [1] 胡锦涛. 努力推动国防和军队建设又好又快发展[C]. 国防和军队建设贯彻落实科学发展观重要论述选编. 北京: 解放军出版社, 2008: 25-26.
- [2] 惠小博, 罗小明, 贺平. 航天发射任务联合组织指挥模式初探[J]. 靶场试验与管理, 2011(4): 7-11.
- [3] 惠小博, 罗小明, 贺平. 基于 MAS 的航天发射任务组织指挥系统仿真研究[J]. 现代电子技术, 2011, 增刊(2), 68-70.
- [4] 任连生. 基于信息系统的体系作战能力概论[M]. 北京: 军事科学出版社, 2009: 53-58.
- [5] 惠小博. 航天发射任务组织指挥效能仿真与评估研究[D]. 北京: 装备学院, 2011: 25, 59-61.
- [6] 徐丽娜. 神经网络控制[M]. 北京: 电子工业出版社, 2009: 71-79.
- [7] 春华, 王海珍. 遗传算法的原理及组成分析[J]. 内蒙古民族大学学报, 2009, 24(6): 632-634.
- [8] 杨娟, 池建军, 王伟中. 复杂电磁环境下雷达作战能力仿真[J]. 兵工自动化, 2012, 31(2): 1-4.